

## Radiation detector

**Patent number:** DE69417770T  
**Publication date:** 1999-12-02  
**Inventor:** KAHILAINEN JUKKA (US)  
**Applicant:** RADOS TECHNOLOGY OY TURKU (FI)  
**Classification:**  
- **international:** G01T1/24  
- **europaean:** G01T1/24; H01L31/119  
**Application number:** DE19946017770T 19941028  
**Priority number(s):** FI19930004784 19931028; WO1994FI00487 19941028

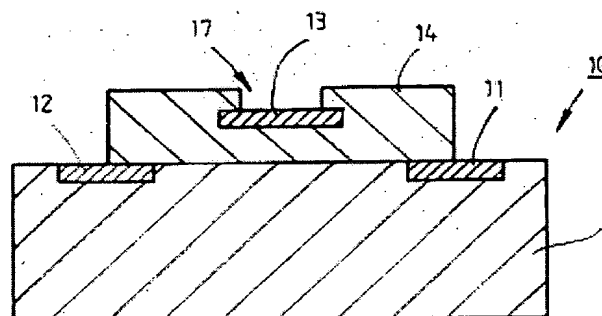
**Also published as:**

WO9512134 (A1)  
EP0760957 (A1)  
US5739541 (A1)  
EP0760957 (B1)  
RU2138065 (C1)

more >>

**Report a data error he**

Abstract not available for DE69417770T  
Abstract of corresponding document: **US5739541**  
PCT No. PCT/FI94/00487 Sec. 371 Date Jul. 1, 1996 Sec. 102(e) Date Jul. 1, 1996 PCT Filed Oct. 28, 1994 PCT Pub. No. WO95/12134 PCT Pub. Date May 4, 1995A method for detecting ionizing radiation by allowing the radiation to affect the surface of the floating gate of a MOSFET transistor through an air or gas space. For this purpose, an uncovered area is formed on the surface of the floating gate of the MOSFET transistor forming the detector. The MOSFET transistor is used so that a charge is formed on its floating gate, the charge changing as a result of the ionizing radiation the transistor is exposed to. The radiation dose is determined by the change which takes place in the charge on the gate.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

①⑫ **Übersetzung der  
europäischen Patentschrift**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 T 1/24**

⑨⑦ **EP 0 760 957 B 1**

①⑩ **DE 694 17 770 T 2**

②① Deutsches Aktenzeichen:	694 17 770.9
⑧⑧ PCT-Aktenzeichen:	PCT/FI94/00487
⑨⑥ Europäisches Aktenzeichen:	94 931 057.7
⑧⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 95/12134
⑧⑥ PCT-Anmeldetag:	28. 10. 94
⑧⑦ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	4. 5. 95
⑨⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	12. 3. 97
⑨⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	7. 4. 99
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	2. 12. 99

③⑩ Unionspriorität:  
934784 28. 10. 93 FI

⑦③ Patentinhaber:  
Rados Technology Oy, Turku, FI

⑦④ Vertreter:  
Diehl, Glaeser, Hiltl & Partner, 80333 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LI, NL, SE

⑦② Erfinder:  
KAHILAINEN, Jukka, Leechburg, PA 15656, US

⑤④ **STRAHLUNGSDETEKTOR**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**DE 694 17 770 T 2**

11.08.99

94931057.7

### Beschreibung

#### 5 AUFGABE DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Nachweis von ionisierender Strahlung mittels eines Dosimeters anzugeben, das einen MOS-FET-Transistor mit einem Floating-Gate aufweist. Weitere Aufgaben der Erfindung sind ein Dosimeter zur Durchführung des Verfahrens und die Verwendung des MOS-FET-Transistors zum Nachweis von ionisierender Strahlung.

#### 15 ZIELE

Von einer Vorrichtung zum Nachweis von ionisierender Strahlung können folgende Eigenschaften verlangt werden:

- 20 1. Einfacher Aufbau.
2. Fähigkeit zum Betrieb als ein "passiver" Detektor, d. h. ohne eine Energieversorgung, bei der integrierten Strahlendosismessung.
- 25 3. Ausreichende Empfindlichkeit ( $< 1$  mrem oder  $1 \mu\text{Sv}$ ), um den Einsatz bei der Strahlungsüberwachung bezüglich Personen und Umgebung zu ermöglichen.
- 30 4. Ausreichende Breite am unteren Ende des Energiebereichs zum Nachweis von Röntgenstrahlung mit niedriger Energie, und von Gammastrahlung, ausgehend von 10 keV oder darunter.

11.05.99

5. Fähigkeit zum Nachweis geladener Teilchen, wie Beta-, Protonen- und Alphateilchen, sowie von Neutronen, wo die den Detektor umgebende Konfiguration geeignet ist.
- 5 6. Zerstörungsfreies und direkt lesbares elektronisches Auslesen von Dosis/Dosisleistung, wodurch die Konstruktion von direkt lesenden Instrumenten möglich ist.
- 10 7. Einfaches und kostengünstiges Ausleseverfahren, wodurch die Konstruktion von direkt lesenden Dosimetern im Taschenformat möglich ist.

#### STAND DER TECHNIK

- 15 Vorrichtungen, welche die oben genannten Eigenschaften aufweisen, sind jedoch nicht bekannt. Gemäß dem Stand der Technik können beispielsweise folgende Vorrichtungen zum Nachweis von ionisierender Strahlung eingesetzt werden:

#### 20 1. PHOTOLUMINESZENZGLASDOSIMETER

- Das Photolumineszenzglasdosimeter erfüllt die meisten der oben genannten Erfordernisse, ausgenommen das letzte, welches ein einfaches und kostengünstiges Ausleseverfahren betrifft.
- 25 Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß gegenwärtig verwendete Ausleseverfahren auf hochpräzisen UV-Lichtquellen beruhen, die zum Messen von Fluoreszenzlicht mit optischen Filtern und Fluoreszenzdetektoren kombiniert werden, wenn das Material einer UV-Strahlung ausgesetzt wird. Zusätzlich ist
- 30 das bei diesem Verfahren eingesetzte Material, d. h. Phosphatglas, gegenüber Umwelteinflüssen empfindlich und erfordert bei der Handhabung und beim Meßvorgang große Vorsicht.

11.05.99

## 2. KAPAZITIVES DOSIMETER

Das am besten bekannte kapazitive Dosimeter ist das sogenannte QFD (Quarzfaserdosimeter), das auch als PIC oder Pocket Iron Chamber bekannt ist. Es verbindet ein kapazitives Dosimeter mit einem integrierenden Elektrometer, das der Benutzer durch Betrachten der Position der Faser, d. h. der Abweichung der Faser, ablesen kann. Im Prinzip erfüllt das kapazitive Dosimeter alle vorgenannten Erfordernisse, mit Ausnahme der Tatsache, daß ihm ein einfaches und zerstörungsfreies elektronisches Ausleseverfahren fehlt.

Elektronische Ausleseverfahren auf der Basis einer optischen Bestimmung der Position der Elektrometerfaser wurden schon früher entwickelt. Diese Verfahren haben aber beim Auslesen einer Vorrichtung im Taschenformat nicht zufriedenstellend funktioniert. Andere kapazitive Dosimeter, einschließlich sogenannter Elektretdosimeter, haben auch keine zerstörungsfreie Ausleseverfahren.

## 3. MOS-DOSIMETER

Das MOS-Dosimeter basiert auf dem Einfangen von Dauerladungen, die den auf Strahlung zurückzuführenden Abbau der isolierenden Siliciumdioxidschicht in einem MOS-FET-Transistor verursachen. Diese Vorrichtungen erfüllen alle anderen Anforderungen außer jener einer genügenden Empfindlichkeit. Sie sind deshalb zur Messung von hohen Dosen, ausgehend von etwa 1 rem oder 10 mSv geeignet.

Ein bekanntes MOS-Dosimeter ist in der US-Patentveröffentlichung Nr. 4788581 beschrieben. Bei diesem Dosimeter liegt eine Siliciumoxidschicht mit einem Floating-Gate vor, das darin auf dem Siliciumsubstrat eingebettet ist, zum Sammeln von Ionenpaaren aus einem Feststoff. Da die Mobilität der Ionenpaare in einem Feststoff schlecht ist, wird dem

11.08.99

Floating-Gate ein Live-Gate hinzugefügt, um eine wirkungsvollere Aufnahme von Ladungen an dem Floating-Gate zu ermöglichen. Dies bedeutet, daß bei dieser Vorrichtung die Fläche zwischen den Gates eine strahlungsempfindliche Fläche bildet.

5

Aufgrund des Aufbaus des in der US-Patentveröffentlichung 4788581 dargestellten Dosimeters ist dessen Empfindlichkeit schlecht. Es eignet sich zum Messen einer Strahlung mit einer Intensität von 1 rem oder 10 mSv oder mehr. Es ist deshalb für die Überwachung von Strahlung bei Personen ungeeignet, was eine Meßempfindlichkeit im Bereich von 1 µSv oder 0,1 mrem erfordern würde.

10

Der größte übliche Nachteil von Strahlungsmeßvorrichtungen besteht darin, daß die Wirkung der Strahlung permanent oder zumindest "quasi-permanent" ist. Dies bedeutet, daß eine spezielle Behandlung erforderlich ist, um die Wirkungen der Strahlung umzukehren, um die Vorrichtungen wiederverwendbar zu machen. Ein allgemeines Erfordernis ist es jedoch, daß die Strahlungsmeßvorrichtung elektrisch reversibel ist.

15

20

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Das Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, die oben genannte Schwierigkeit auszuräumen sowie zu einem neuen Verfahren und einer neuen Vorrichtung zu gelangen, welche die vorgenannten Nachteile nicht aufweisen.

25

Dieses Ziel wird durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren und das im Anspruch 8 definierte Dosimeter erreicht.

30

Das beanspruchte erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß man die ionisierende Strahlung durch einen offenen Luft- oder Gasraum oder einen geschlossenen Luft- oder Gasraum hindurch auf die Oberfläche des Floating-Gate einwirken läßt, so daß auf der Oberfläche des Gates eine

35

unbedeckte Fläche oder eine durch einen Leiter, Halbleiter oder dünnen Isolator bedeckte Fläche vorliegt. Die Dicke des Isolators ist nicht größer als beispielsweise 5 mm, um den Durchgang von Ladungen bis zum tatsächlichen Gates noch zu ermöglichen. Jedoch ist vorzugsweise ein Teil der Oberfläche des Gates vollständig unbedeckt.

Die Erfindung beruht auf dem Messen der Wirkung von ionisierender Strahlung auf eine elektrische Ladung, die in der Kapazität des Floating-Gates eines MOS-FET- oder eines Metall-Oxid-Silicium-Transistors gespeichert ist. Es ist bekannt, daß die Ladungsrückhalteeigenschaften von MOS-FET-Vorrichtungen, die Floating-Gates aufweisen, hervorragend sind. Deshalb sind sie für die Konstruktion von permanenten Speichern gut geeignet, die sowohl digitale als auch analoge EPROM- und EEPROM-Speicher beinhalten.

Bei einer typischen MOS-FET-Speicherzelle besteht unter "passiven", vorspannungsfreien Bedingungen das effektive strahlungsempfindliche Volumen hauptsächlich aus der isolierenden Oxidschicht. Dies bedeutet, daß das Volumen der strahlungsempfindlichen Substanz so klein ist, daß diese Vorrichtungen für ionisierende Strahlung, ausgenommen bei sehr hoher Dosis ( $> 1$  kRad) nicht aufnahmefähig sind.

Die Erfindung beruht deshalb auf einer Zunahme des wirksamen strahlungsempfindlichen Volumens, beispielsweise durch Einführen eines kleinen Gasvolumens in einen Raum, der von einem relativ dicken Wandmaterial umgeben ist, wobei dieser Raum das Gate des MOS-FET-Transistors, der mit einem Floating-Gate ausgerüstet ist, direkt umgibt. Der Zweck des Gasvolumens und des Wandmaterials ist es, als effektives Stoffvolumen wirksam zu sein, in dem die Ionisierung stattfindet.

Die Elektronen oder positiven Ionen, welche in diesem Gasvolumen entstehen, werden mittels des Gates gesammelt, und

zwar durch die Wirkung des elektrischen Feldes, welches das Gate umgibt, nachdem es zuerst bis zu einem geeigneten Potential aufgeladen worden ist. Die Anfangsladung wird in üblicher Weise erreicht, z. B. durch die Anwendung der FN-Tunneltechnik.

Durch Messen der Leitfähigkeit des Drain-Source-Kanals des Transistors kann die Menge der Gate-Ladung bestimmt werden, ohne die Ladung selbst zu zerstören. Dies ist analog dem Auslesen der Informationen, die in einem analogen EEPROM-Speicher gespeichert sind.

Die Gesamtempfindlichkeit gegenüber Strahlung kann durch Ändern der MOS-FET-Struktur auf dem Wege des Erhöhen oder Erniedrigens der Gate-Kapazität wie gewünscht eingestellt werden. Zur Verringerung der Empfindlichkeit kann eine externe parallele Kapazität benutzt werden.

Das Energieansprechvermögen des Detektors kann durch die Auswahl eines geeigneten Gases, des Gasdrucks und des den Gasraum umgebende Wandmaterials festgelegt werden. Wenn das Volumen des Gases, der Gasdruck und das umgebende Wandmaterial derart ausgewählt werden, daß sie einem Gewebe äquivalent sind, ist das dosimetrische Ansprechvermögen des Detektors ähnlich jenem von menschlichem Gewebe und ermöglicht es, ein gewebeäquivalentes Personendosimeter zu konstruieren.

#### ZEICHNUNGEN

Die Erfindung wird in den folgenden Beispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Darin zeigen

Fig. 1 die Darstellung eines Querschnitts eines Detektors gemäß der Erfindung;



Fig. 2 eine Darstellung entsprechend Fig. 1, wobei eine zweite Ausführungsform des Detektors erläutert wird;

5 Fig. 3 eine Darstellung entsprechend Fig. 1, wobei eine dritte Ausführungsform des Detektors erläutert wird;

Fig. 4 eine Darstellung entsprechend Fig. 1, wobei eine vierte Ausführungsform des Detektors erläutert wird;

10

Fig. 5 eine Darstellung entsprechend Fig. 1, wobei eine fünfte Ausführungsform des Detektors erläutert wird;

15

Fig. 6 eine Strahlungsauslesevorrichtung des Detektors gemäß Fig. 5;

Fig. 7 eine sechste Ausführungsform des Detektors.

#### BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

20

25

30

Fig. 1 zeigt eine Darstellung eines Detektors, der sich auf die Erfindung bezieht und in seiner einfachsten Ausführung nur ein MOS-FET-Transistor 10 ist. An dem Gate 13 des Transistors 10 wird beispielsweise durch Anlegen einer ausreichend hohen Spannung zwischen der Quelle 11 und dem Drain 12 eine Ladung erzeugt. Dies führt zu dem FN-Tunnel-Phänomen durch die Oxidschicht des Gate-Isolators 14 hindurch und bewirkt, daß das Potential in dem nichtverbundenen Gate, d. h. in dem Floating-Gate 13, auf die gewünschte Ladung gebracht wird.

35

Die Ladung auf dem Gate 13 kann allgemein entweder positiv oder negativ sein, solange sie sich von der Ladung des Siliciumsubstrats 18 unterscheidet. Wenn der Transistor 10 keiner ionisierenden Strahlung ausgesetzt ist, bleibt das Gate-Potential für eine lange Zeit unverändert. Die Ladung

kann aus dem Gate 13 nur durch die isolierende Oxidschicht 14 oder entlang deren Oberfläche entweichen.

Gemäß Fig. 1 ist jedoch in dem Oxidschichtisolator 14 des Floating-Gates 13 des Transistors 10 ein Loch 17 ausgebildet, durch welches das Gate 13 in direktem Kontakt mit dem umgebenden Luftraum steht. Wenn der Transistor 10 einer ionisierenden Strahlung ausgesetzt wird, erzeugt die Ladung an dem Gate 13 ein elektrisches Feld, das die aufgrund der Strahlungswirkung in dem Luftraum gebildeten Ionen anzieht. Die Ionen werden aufgrund der Wirkung der Ladung an dem Gerät 13 neutralisiert, wobei gleichzeitig die Ladung an dem Gate 13 neutralisiert wird, d. h. eine Änderung in dem Potential des Gates 13 hervorgerufen wird. Die Strahlungsdosis kann dann auf der Basis der Größe der Potentialänderung an dem Gate 13 bestimmt werden.

Andererseits entspricht der Transistor 10 in Fig. 2 im wesentlichen jenem in Fig. 1, jedoch weist er eine Platte 19 auf, die vor dem Floating-Gate 13 angeordnet ist. Grundsätzlich ist jeder Feststoff für den Einsatz in der Platte geeignet. Die Platte muß nicht unbedingt aus Metall oder gar einem leitfähigen Material bestehen. Die Platte 19 ermöglicht aber eine wirksamere Bildung von Ionen, wenn der Transistor 10 einer ionisierenden Strahlung ausgesetzt ist. Die Meßempfindlichkeit wird so erhöht. Der Ort und die Anordnung der Platte 19 können auch zur Erhöhung der Meßempfindlichkeit in einer besonderen Richtung ausgenutzt werden.

Fig. 3 zeigt einen Transistor 10, bei dem ein geschlossener Luft- oder Gasraum 24 mittels der Oxidschicht des Gate-Isolators 14 mit dem Floating-Gate 13 verbunden ist. Dieser Raum 24 erhöht weiter die Bildung von Ionen, wenn der Transistor einer ionisierenden Strahlung ausgesetzt ist. Es kann gesagt werden, daß in Verbindung mit dem Floating-Gate 13 des MOS-

FET-Transistors 10 eine Ionisationskammer gebildet worden ist.

Fig. 4 zeigt einen Detektor, bei dem ein N-Kanal-MOS-FET-Transistor 10 in einer luftgefüllten Kammer 20 befestigt ist. Die Kammer besteht aus dünnem, beispielsweise 0,5 mm dickem, Aluminium. Die Wand 21 der Kammer 20 ist über einen strombegrenzenden Widerstand 16 mit der Quelle 11 des Transistors 10 verbunden. Ein Leiter 15 steht mit dem Drain 12 des Transistors 10 in Verbindung und ist durch einen Isolator 23 durch die Wand 21 der Kammer 20 hindurchgeführt. Das Gate 13 des Transistors 10 wird ohne Verbindung gelassen, d. h., es ist ein Floating-Gate.

Das Gate 13 wird beispielsweise durch Anlegen einer ausreichend hohen Spannung zwischen dem Drain 12 und der Wand 21 geladen, was zu dem FN-Tunnel-Phänomen durch den Gate-Isolator 14 hindurch führt, wodurch das Gate-Potential auf einen Wert  $V_g$  gebracht wird. Die anfängliche Leitfähigkeit wird durch Anlegen einer geeigneten Spannung  $V_{dd}$  zwischen dem Drain 12 und der Wand 21 und Messen des sich ergebenden Drain-Source-Stroms  $I_{ds1}$  gemessen.

Wenn der Detektor keiner ionisierenden Strahlung ausgesetzt ist, bleibt das Gate-Potential für einen sehr langen Zeitraum, sogar für mehrere Jahre, unverändert, weil die Ladung aus dem Gate nur durch die isolierende Oxidschicht 14 oder entlang deren Oberfläche entweichen kann.

Wenn die Kammer 20 ionisierender Strahlung ausgesetzt wird, werden in dem Luftraum 24 innerhalb der Kammer 20 Ionenpaare gebildet. Die Ionenpaare werden von der leitenden Wand 21 der Kammer 20 angezogen und eventuell durch die Wirkung der Elektronen in der leitenden Wand 21 neutralisiert. Die positive Ladung an dem Gate 13 zieht die Elektronen an, die sich eventuell an der Oberfläche des Gates 13 angesammelt haben,

wodurch also die Ladung an dem Gate 13 neutralisiert wird. Dies führt zu einer Abnahme des Potentials  $V_g$ .

Die Leitfähigkeit wird durch Einführen einer geeigneten Spannung  $V_{dd}$  zwischen dem Drain 12 und der Wand 21 sowie durch Messen des sich ergebenden Drain-Source-Stroms  $I_{ds2}$  gemessen. Die integrierte Strahlendosis kann durch Vergleichen des Stroms  $I_{ds2}$ , gemessen nach der Strahlung, mit dem Anfangsstrom  $I_{ds1}$  bestimmt werden. Die Beziehung Strom-Strahlendosis kann durch Benutzen einer geeichten Strahlungsquelle bestimmt werden.

Fig. 5 zeigt einen Detektor, der im wesentlichen aus einem MOS-FET-Transistor 10 besteht, der in einem Gehäuse 20 befestigt ist. In der Wand 21 des Gehäuses 20 ist ein Loch ausgebildet, und zwar an der gleichen Stelle, wie das in dem Oxidschicht-Isolator 14 des Floating-Gates 13 des Transistors 10 vorliegende Loch 17. Das bedeutet, daß das Gate 13 in direktem Kontakt mit dem umgebenden Luftraum steht. Wenn der Transistor 10 einer ionisierenden Strahlung ausgesetzt wird, bildet die Ladung an dem Gate 13 ein elektrisches Feld, das die in dem Luftraum aufgrund der Strahlung gebildeten Ionen anzieht.

Bei dem Detektor, wie er in Fig. 5 gezeigt wird, wurde auch ein Leiter 22, der ein wirkungsvolleres Sammeln von Ionen ermöglicht, mit dem Floating-Gate 13 verbunden. Der Leiter 22 wird durch ein in das Gehäuse 20 eingearbeitetes Netz 25 geschützt. Gleichzeitig bedeckt das Netz das Loch 17 in der Oxidschicht des Gate-Isolators 14. Um zwischen der Quelle 11 und dem Drain 12 eine Spannung anlegen und dementsprechend die Ladungszunahme zwischen beiden messen zu können, sind die Quelle 11 und das Drain 12 mittels der Leiter 26 und 27 mit den Leitern 28 und 29, die in der Wand 21 des Gehäuses 20 befestigt sind, verbunden.

Fig. 6 zeigt eine Strahlungsauslesevorrichtung 30, die das Ablesen der Strahlendosis, welcher der Detektor der Fig. 5 ausgesetzt ist, ermöglicht. Für das Ablesen werden die Leiter 28 und 29 in der Wand 21 des Gehäuses 20 des Detektors gemäß Fig. 5 in die Leiter 32 und 33 gedrückt, die sich in der Wand 31 der Strahlungsauslesevorrichtung 30 befinden. Ferner sind diese Leiter 32 und 33 mittels Leiter 34 und 35 mit der Meßelektronikeinheit 36 der Auslesevorrichtung 30 verbunden. Wenn der aus dem Transistor 10 gebildete Detektor und die Auslesevorrichtung 30 miteinander verbunden werden, kann die Strahlendosis an der Anzeigeeinheit 37 abgelesen werden.

Fig. 7 zeigt einen Detektor, bei dem der MOS-FET-Transistor 10 und die Meßelektronikeinheit 36 in dem gleichen Gehäuse 20 angeordnet sind. Da der Meßteil 36, der mit einer Energiequelle ausgerüstet ist, mittels Leiter 26 und 27 mit dem Transistor 10 verbunden ist, kann die erhaltene Strahlendosis zu jeder Zeit an der Anzeigeeinheit 37 abgelesen werden.

Bezüglich der vorstehend diskutierten Figuren ist zu berücksichtigen, daß ihre Abmessungen nicht entsprechend dem wahren Maßstab gezeichnet worden sind. Beispielsweise ist aus Gründen der Klarheit der MOS-FET-Transistor in wesentlich vergrößerter Form im Vergleich zum Rest der Anlage dargestellt. In Wirklichkeit kann der Transistor aus sehr dünnen Filmen hergestellt sein.

Es ist jedoch ein wesentlicher Aspekt der Erfindung, daß die erhaltene Strahlendosis aufgrund der Ladungsänderung am Gate des MOS-FET-Transistors bestimmt wird. Die Strahlendosis kann auch zu jeder Zeit gemessen werden, ohne daß eine Entladung am Gate eintritt. Ein solcher passiver Gebrauchsmodus ist wirtschaftlich, weil der Detektor keine Energiequelle aufweisen muß.

Die Erfindung verwendet ein Gas als Medium, und dies kann sogar zu einer übermäßigen Empfindlichkeit führen, wenn der verwendete Gasraum groß ist. Das Gate wird bis zu einem bekannten Ladungszustand aufgeladen. In diesem Fall erzeugt  
5 bei Anwesenheit einer Strahlung die Ladung an dem Gate ein elektrisches Feld in dem Gas, aufgrund dessen das Gate die in dem Gas gebildeten Ionen sammelt. Das Gehäuse oder das Netz schützt vor Interferenz und erhöht die Ionisierung, da der Feststoff einer dicken Luftschicht entspricht.

10

In dem Detektor gemäß der Erfindung ist es nicht nötig, zwischen dem Floating-Gate und der davor angeordneten Platte ein elektrisches Feld auszubilden. Bekannte Detektoren verwenden Live-Gates. Wenn der MOS-FET-Transistor derart ange-  
15 ordnet wird, daß sein Gate in direktem Kontakt mit einem Gas steht oder in anderer Weise diesem ausgesetzt ist, wie im Fall der umgebenden Luft, gibt es dazwischen nichts, was den Ladungsdurchgang wesentlich verhindern würde.

20

Für einen Fachmann auf dem vorliegenden Gebiet ist es selbstverständlich, daß die verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung innerhalb des Umfangs der unten vorgelegten Ansprüche variieren können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Nachweis von ionisierender Strahlung, wobei  
5 ein Dosimeter bereitgestellt wird, das einen MOS-FET-Transistor mit einem Floating-Gate aufweist,  
an dem Floating-Gate des MOS-FET-Transistors eine  
gewünschte Ladung ausgebildet wird,  
10 das Dosimeter einer ionisierenden Strahlung ausgesetzt wird, wodurch die Ladung an dem Floating-Gate geändert wird,  
15 die Änderung der Ladung des Floating-Gates bestimmt wird  
und auf der Basis der Änderung der Ladung an dem Floating-Gate die Strahlungsdosis bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Floating-Gates  
20 unbeschichtet ist oder mit einer den Durchgang von Ladung ermöglichenden Beschichtung versehen ist und die beschichtete oder unbeschichtete Oberfläche in Kontakt mit einem offenen oder geschlossenen Luft- oder Gasraum steht, wodurch das geladene Gate Ionen auffängt, welche  
25 in der Luft oder dem Gas durch die ionisierende Strahlung gebildet worden sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, worin die Oberfläche des Floating-Gates unbeschichtet ist.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1, worin die Oberfläche des Floating-Gates mit einem Leiter oder Halbleiter beschichtet ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, worin der Luft- oder Gasraum durch eine feste Platte hindurch der ionisierenden Strahlung ausgesetzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, worin die Änderung der Ladung an dem Floating-Gate von dem Gas in dem Gasraum und dem Gasdruck abhängt.

10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, worin der Luft- oder Gasraum von einem Wandmaterial umgeben ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, worin das Volumen des Gases in dem Gasraum, der Gasdruck und das Wandmaterial derart ausgewählt werden, daß sie einem Gewebe äquivalent sind.

15

8. Dosimeter mit einem MOS-FET-Transistor, wobei der Transistor folgende Merkmale aufweist:

Ein Siliciumsubstrat (18);

20

eine Quelle (11) und ein Drain (12) an dem Substrat (18);

eine Oxidschicht (14) an dem Substrat (18), die mindestens einen Teil der Quelle (11) und des Drains (12) bedeckt;

25

ein Floating-Gate (13) in der Oxidschicht (14), die an ihrer Oberseite offen ist, wobei mindestens ein Teil der Oberfläche des Floating-Gates (13) von der Oxidschicht (14) umgeben und einem offenen oder geschlossenen Luft- oder Gasraum ausgesetzt ist, gegebenenfalls über eine Beschichtung, die den Durchgang von Ladung ermöglicht.

30

35

9. Dosimeter nach Anspruch 8, worin die Oberfläche des Floating-Gates (13) unbeschichtet ist.



10. Dosimeter nach Anspruch 8, worin die Oberfläche des Floating-Gates (13) mit einem Leiter oder Halbleiter beschichtet ist.

5 11. Dosimeter nach einem der Ansprüche 8 bis 10, worin die Oberfläche des Floating-Gates (13) von einer Wand umgeben ist, die einen Luft- oder Gasraum bildet.

10 12. Dosimeter nach Anspruch 11, worin vor einer Öffnung des Luft- oder Gasraums eine feste Platte (19) angeordnet ist.

15 13. Dosimeter nach einem der Ansprüche 8 bis 12, worin das Dosimeter in einem Gehäuse (20) angeordnet ist sowie an einer Wand des Gehäuses Verbindungsstellen (28, 29) angebracht sind und die Verbindungsstellen mit der Quelle (11) und dem Drain (12) des MOS-FET-Transistors verbunden sind.

20 14. Dosimeter nach einem der Ansprüche 8 bis 13, worin das Dosimeter ferner eine Ziffernanzeigevorrichtung (30) mit Verbindungsstellen (32, 33) aufweist, die mit dem Dosimeter verbunden werden können, um eine Bestimmung der Ladung an dem Floating-Gate (13) des MOS-FET-Transistors zu ermöglichen.

25

15. Dosimeter nach einem der Ansprüche 8 bis 14, das ferner eine elektronische Meßeinheit (36) zum Ablesen einer Ladung an dem Floating-Gate (13) aufweist.

30

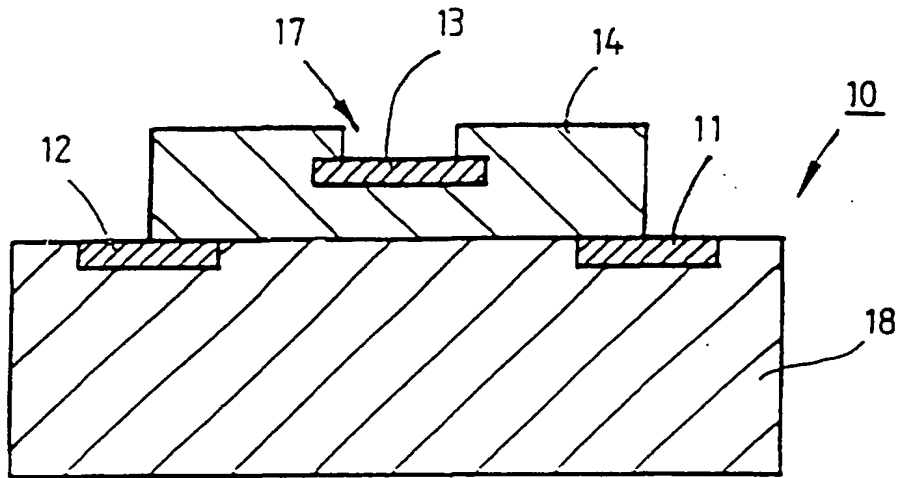


FIG. 1

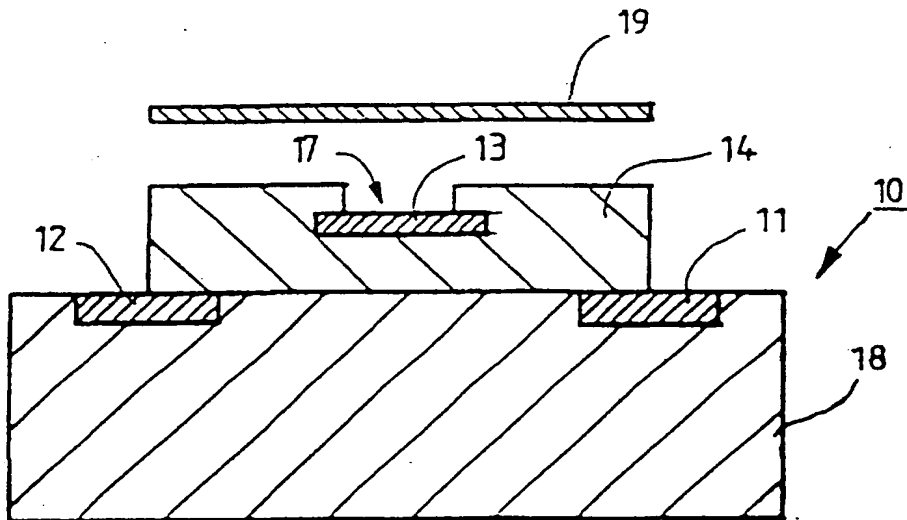


FIG. 2

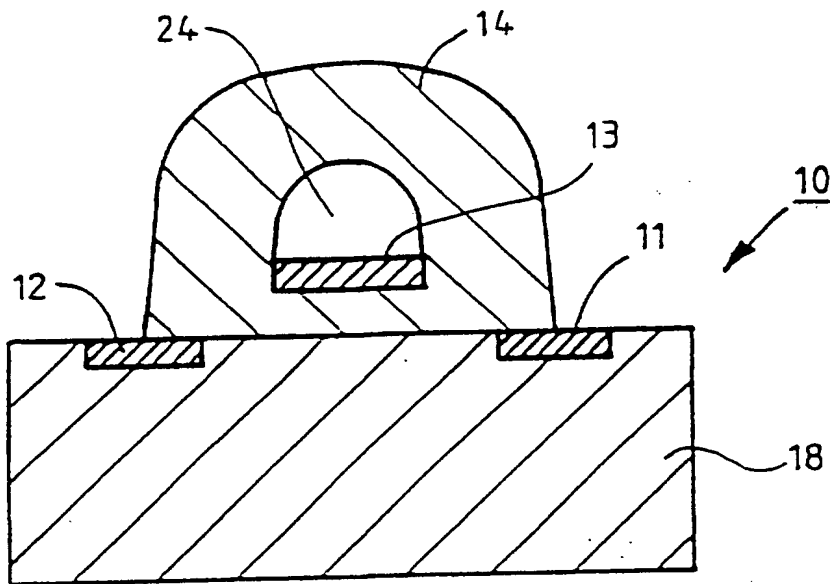


FIG. 3

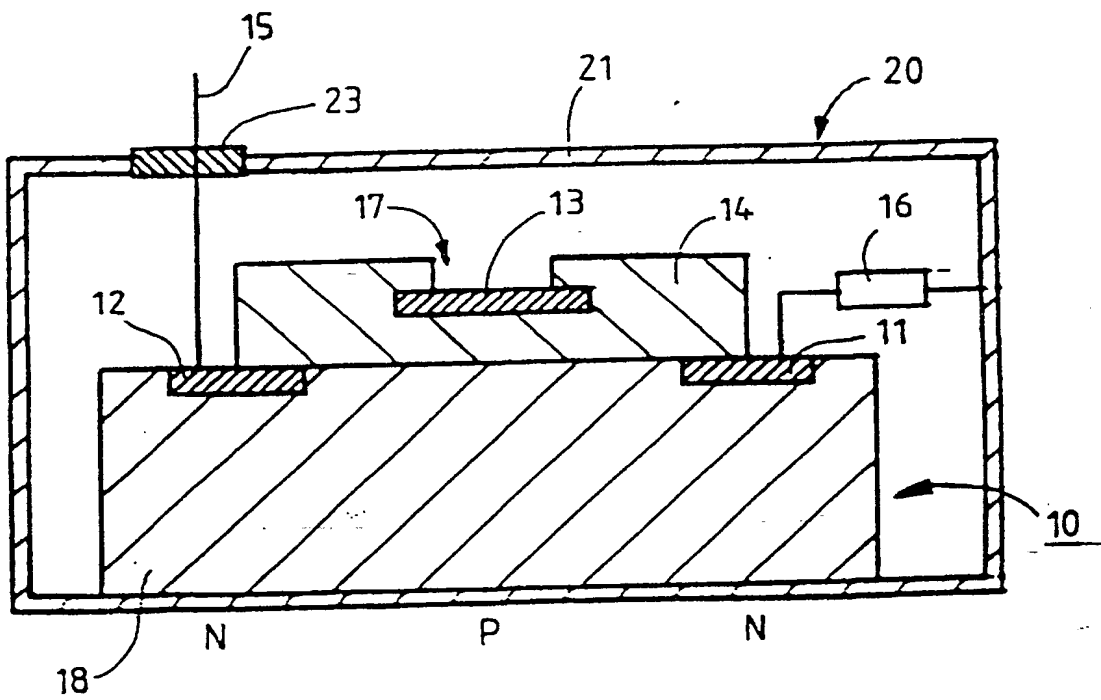


FIG. 4

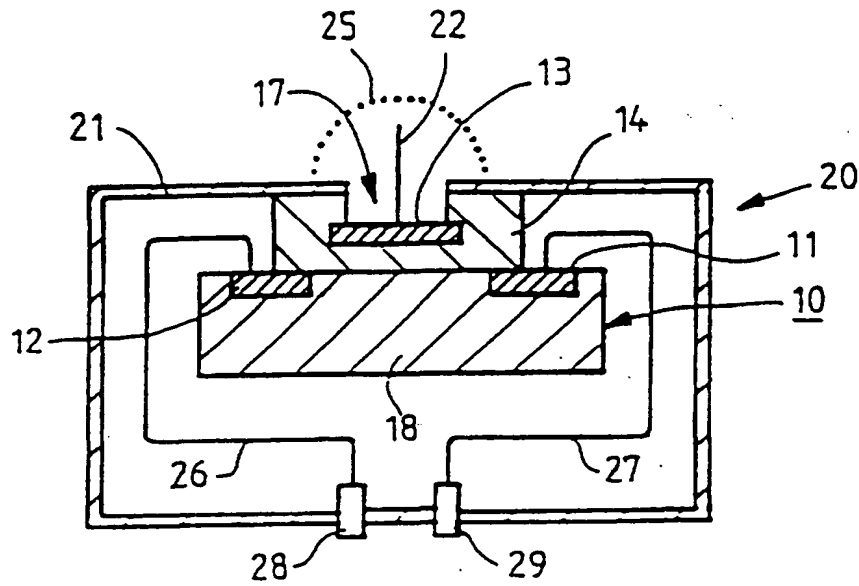


FIG. 5

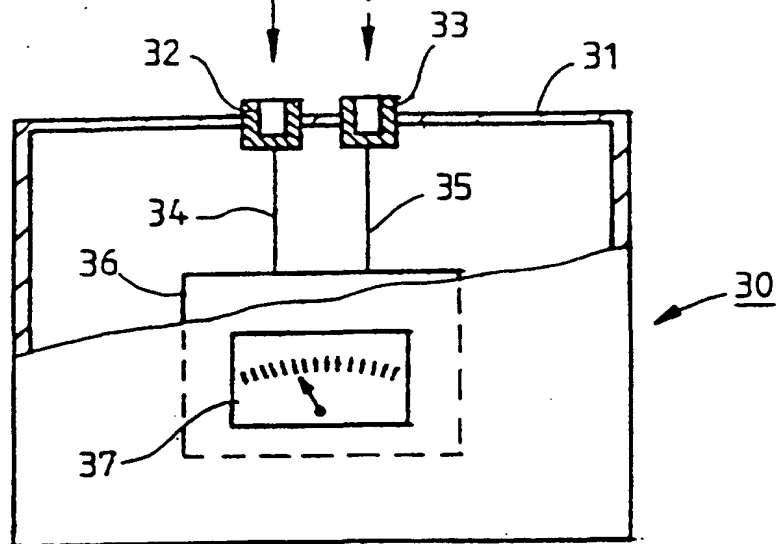


FIG. 6

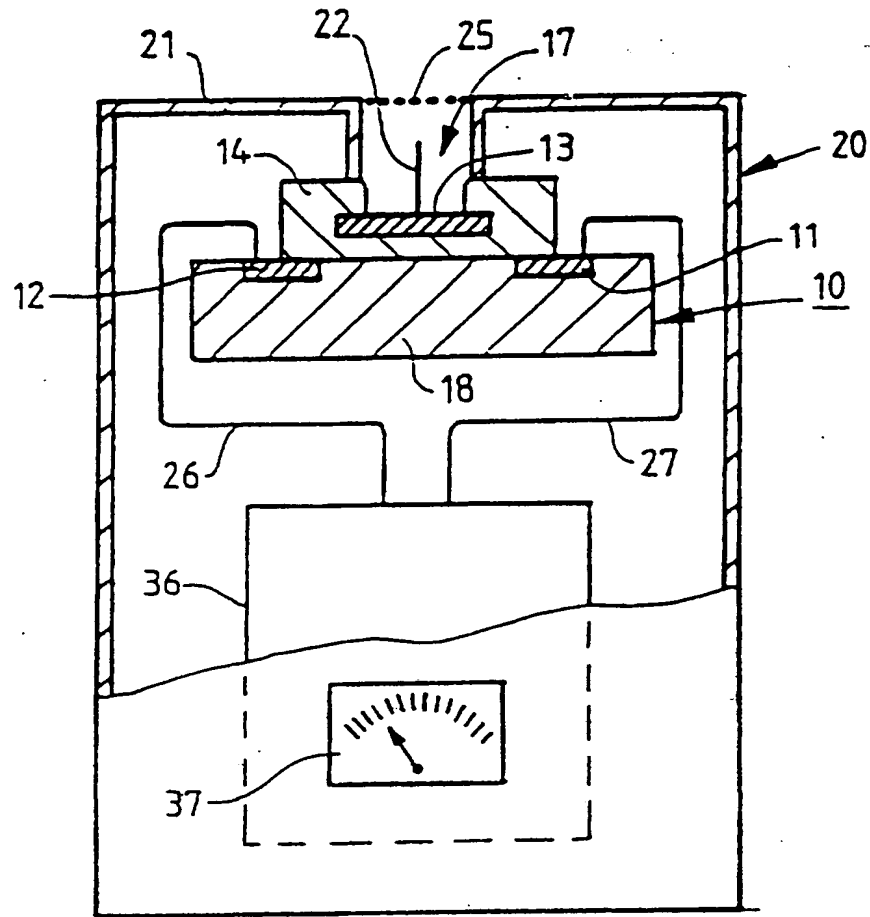


FIG. 7